

Normes internationales de sécurité – climatisation, réfrigération et pompes à chaleur

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Mandaté par :



Ministère fédéral
de l'Environnement, de la Protection de la Nature
et de la Sécurité nucléaire

de la République fédérale d'Allemagne

À son titre d'entreprise fédérale, la GIZ aide le gouvernement fédéral allemand à concrétiser ses objectifs en matière de coopération internationale pour le développement durable.

Publié par :

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sièges sociaux
Bonn et Eschborn

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn, Allemagne
T +49 61 96 79-1022
F +49 61 96 79-80 1022

E proklima@giz.de
I www.giz.de/proklima
I www.green-cooling-initiative.org

Projet

Green Cooling Initiative

Responsable

Nika Greger, GIZ GmbH, directeur du projet Green Cooling Initiative

Auteur

Dr Daniel Colbourne (c/o HEAT GmbH)

Révision collégiale

Dr Sukumar Devotta

Remerciements pour leurs commentaires et leur soutien

Philipp Denzinger, Joana Cortes Kollert (GIZ GmbH)

Design et mise en page

cmuk, Iris Christmann, Wiesbaden

Crédits photographiques

Page de titre : ©nikomsolftwaer / stock.adobe.com; Page 3 : © Rawpixel.com / Shutterstock.com;
Page 5, 7 : © Andrii Zhezhera / Shutterstock.com; Page 10 : © Rawpixel.com / Shutterstock.com;
Page 11: © Olga Kashubin / shutterstock.com; Pages 13, 14: © A_stockphoto / shutterstock.com;
Page 19 : © Nick Starichenko / Shutterstock.com; Page 21 : © nikomsolftwae - adobe.stock.com;
Page 24 : © Nengloveyou / Shutterstock.com; Page 27: © manine99 / Shutterstock.com; Page 28 : © Adisa / Shutterstock.com; Page 29 : © KeongDaGreat / Shutterstock.com; Page 36 : © Mehmet Cetin / Shutterstock.com

Renvois et liens :

La présente publication comporte des liens ou renvois vers des sites Internet externes.
Les contenus des sites externes liés relèvent de la responsabilité des fournisseurs ou hébergeurs de ces sites. Lors du premier référencement, la GIZ a vérifié si le contenu de tiers n'était pas de nature à entraîner une responsabilité civile ou pénale. Cependant, il ne saurait être raisonnablement envisagé de procéder à un contrôle permanent du contenu des sites liés en l'absence d'indices concrets de violation du droit. Si la GIZ constate ou si on lui signale qu'une offre externe pour laquelle elle a mis un lien à disposition soulève une responsabilité civile ou pénale, le lien correspondant sera immédiatement supprimé. La GIZ se démarque expressément de tels contenus.

Sur mandat du :

Ministère fédéral allemand de l'Environnement, la Protection de la Nature, la Construction et la Sécurité nucléaire
Division KI II 7 Financement climatique international, Initiative internationale pour le climat
11055 Berlin, Allemagne
T +49 30 18 305-0
F +49 30 18 305-43 75

E KII17@bmub.bund.de
I www.bmub.bund.de

La GIZ est responsable du contenu de cette publication.

Impression et distribution :

Druckriegel, Francfort
Imprimé sur du papier recyclé à 100 % certifié selon les standards FSC.

Eschborn, Octobre 2018

Normes internationales de sécurité – climatisation, réfrigération et pompes à chaleur

→ Résumé

Pour respecter les obligations de l'Amendement de Kigali au Protocole de Montréal, les pays doivent utiliser des fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement planétaire (PRP). Les fluides frigorigènes naturels tels que les hydrocarbures, le dioxyde de carbone et le gaz ammoniac sont des solutions acceptables, mais ils présentent des risques supplémentaires pour la sécurité comparativement aux fluides frigorigènes traditionnels (HCFC et HFC), si bien qu'il y a un besoin accru d'adopter des normes de sécurité appropriées. Les actuelles normes internationales de sécurité pour les systèmes de climatisation, de réfrigération et de pompes à chaleur (CRPC) constituent d'importants obstacles à la mise en œuvre de fluides frigorigènes naturels en imposant des limites obstructives de charge de fluide frigorigène.

Une corrélation positive entre la quantité de fluide frigorigène et la capacité de refroidissement est démontrée pour les fluides frigorigènes naturels, si bien qu'il est explicitement nécessaire de modifier les normes internationales de sécurité pour permettre d'utiliser des charges plus importantes. Pour compenser le risque accru d'inflammabilité associé à l'augmentation de la charge admissible, des mesures de sécurité supplémentaires visant à atténuer le risque peuvent être introduites dans les systèmes CRPC. Ces mesures incluent l'amélioration de l'étanchéité aux fuites du système, l'assurance d'un flux d'air suffisant, la conception d'un logement spécial pour l'équipement et l'inclusion de clapets.

Il est primordial que toute modification des normes de sécurité existantes ou que les exigences de normes de sécurité entièrement nouvelles restent initialement volontaires, les modifications exigées étant onéreuses par nature. Après une période d'essai à titre volontaire, les normes pourront ensuite avoir un caractère obligatoire. Sur la base de l'expérience acquise au cours de plus de vingt années, on estime qu'il faudra de cinq à dix ans pour que de nouvelles normes ou des normes révisées soient publiées. De tels délais sont incompatibles avec la nécessité, pour l'industrie, de mettre en œuvre d'autres solutions à faible PRP, à temps pour se conformer aux obligations du Protocole de Montréal et de l'Amendement de Kigali.

Ce document a été rédigé au titre de l'initiative pour un refroidissement vert (Green Cooling Initiative – GCI), qui est financée par l'Initiative internationale pour le climat du ministère fédéral allemand de l'Environnement, de la Conservation de la nature, de la Construction et de la Sécurité nucléaire (BMUB).

Il se propose de donner aux décideurs, aux autorités en matière de normes et aux représentants du secteur privé, une vue d'ensemble et une orientation relatives aux normes internationales de sécurité pour les systèmes CRPC, et s'adresse particulièrement aux pays en développement qui ont l'intention d'élargir l'utilisation de fluides frigorigènes respectueux de l'environnement en toute sécurité. Il identifie ce qui est actuellement faisable conformément aux exigences des normes de sécurité existantes, ainsi que les possibilités permettant d'atténuer les obstacles et d'améliorer les normes de sécurité pour l'avenir. En particulier, les points suivants sont abordés :

- principales normes de sécurité applicables aux systèmes CRPC ;
- comment appliquer ces normes de sécurité ;
- obligations techniques résultant des diverses normes de sécurité ;
- options et possibilités d'améliorer les normes de sécurité au niveau international et/ou national.

→ Abréviations

CEI	Commission électrotechnique internationale
CEN	Comité européen de normalisation
CENELEC	Comité européen de normalisation électrotechnique
CRPC	Climatisation, réfrigération et pompes à chaleur
GCI	Green Cooling Initiative (initiative pour un refroidissement vert)
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
HC	Hydrocarbures
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
HFC	Hydrofluorocarbures
ISO	Organisation internationale de normalisation
LII	Limite inférieure d'inflammabilité
PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement
PRP	Potentiel de réchauffement planétaire



→ Table des matières

Résumé	02
1 Introduction	05
2 Vue d'ensemble et choix des normes de sécurité CRPC concernées.....	07
3 Lien entre normes de sécurité et réglementations nationales	11
4 Exigences actuelles pour les systèmes utilisant des fluides frigorigènes inflammables	14
5 Recommandation sur les normes de sécurité modifiées pour les fluides frigorigènes naturels, notamment les fluides frigorigènes à base d'hydrocarbure	19
6 Évolution des normes de sécurité nationales et internationales.....	24
7 Bibliographie	29

→ Liste des tableaux

Tableau 1 : Portée de différentes normes de sécurité internationales et régionales pour les systèmes CRPC.....	08
Tableau 2 : Obligations techniques générales en vertu des normes de sécurité pour les systèmes CRPC.....	15
Tableau 3 : Limites de charge de fluide frigorigène pour les HC conformément aux normes de sécurité pour les systèmes CRPC	16
Tableau 4 : Plage de capacités approximatives de différents types d'applications utilisant un HC, R744 ou R717.....	18
Tableau 5 : Interventions nécessaire pour résoudre les problèmes des normes de sécurité obstructives.....	26

→ Liste des figures

Figure 1 : Exemple de relation entre la charge de fluide frigorigène et la capacité de refroidissement en fonction du rendement saisonnier d'un climatiseur (SEER) utilisant du R290.....	09
Figure 2 : Exemple de relation entre la taille de la pièce et les limites de charge de fluide frigorigène (pour une hauteur d'installation intérieure « confort » = 2 m)	17
Figure 3 : Comparaison de différentes méthodes alternatives de détermination de la charge avec celles des normes actuelles pour un système R290 (propane) dans des locaux de différentes tailles	23
Figure 4 : Organigramme identifiant les principales décisions et mesures à prendre pour résoudre les problèmes associés aux normes nationales de sécurité.....	27



→ INTRODUCTION

1. Introduction

On constate une tendance marquée à l'utilisation de fluides frigorigènes naturels comme alternatives à faible potentiel de réchauffement planétaire (PRP) aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone (SACO) et aux hydrofluorocarbures (HFC) traditionnels à plus fort PRP. Depuis l'adoption de l'Amendement de Kigali au Protocole de Montréal sur la réduction des HFC, le 15 octobre 2016, plusieurs pays l'ont déjà ratifié. L'Amendement doit entrer en vigueur le 1^{er} janvier 2019.

Les fluides frigorigènes à faible PRP sont des fluides frigorigènes synthétiques ou naturels. Les solutions synthétiques comprennent généralement certains HFC saturés, HFC insaturés et hydrochlorofluorocarbures (HCFC) insaturés, ainsi que des mélanges de ces produits. Ces produits possèdent des caractéristiques attrayantes, mais beaucoup ont des propriétés thermo-physiques relativement pauvres donnant à penser qu'il faudra investir plus pour obtenir une certaine efficacité des systèmes. De plus, la plupart des HFC et HCFC insaturés ont d'assez faibles pressions de vapeur saturée et nécessitent, par conséquent, de plus gros composants de système pour avoir les mêmes capacités de refroidissement ou de chauffage que de nombreux fluides frigorigènes existants – le coût comparativement élevé de ces fluorocarbures insaturés est par conséquent exagéré en raison du coût élevé des matériaux et de la charge de fluide frigorigène plus importante exigée. Ces problèmes peuvent être résolus dans une certaine mesure en les mélangeant avec des HFC existants, mais dans bien des cas on obtient des mélanges fluides frigorigènes dont le PRP est trop élevé et/ou sujets à des glissements de température.

Les fluides frigorigènes naturels, notamment les hydrocarbures (HC), le dioxyde de carbone (R744) et le gaz ammoniac (R717), ont d'excellentes propriétés thermo-physiques comparativement aux fluides frigorigènes fluorés, et correspondent à des systèmes à forte efficacité potentielle tout en étant relativement peu coûteux. Par contre les HC, le R744 et le R717 présentent des risques supplémentaires pour la sécurité comparativement aux fluides frigorigènes HCFC et HFC traditionnels. D'où la nécessité accrue d'appliquer des normes de sécurité. Toutefois, il est reconnu que les actuelles normes internationales de sécurité pour les applications de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur (CRPC) imposent certaines contraintes, essentiellement en ce qui concerne les limites des quantités de fluide frigorigène permises dans les systèmes.

Les normes de sécurité revêtent une importance particulière pour l'utilisation et les restrictions d'utilisation de fluides frigorigènes dans les systèmes CRPC. C'est ce qui constitue un des principaux obstacles à l'adoption de fluides frigorigènes plus respectueux de l'environnement, dans une étude du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) sur les obstacles à l'utilisation d'alternatives à faible PRP dans les pays visés à l'Article 5 (Colbourne, 2010), cela s'appliquant également aux pays non visés à l'Article 5. Les raisons de ces limites sont en grande partie dues à la prédominance historique des fluides frigorigènes ininflammables à faible toxicité, à l'inertie associée au changement des normes de sécurité (et des points de vue des parties prenantes), ainsi qu'aux intérêts de parties prenantes ayant des intérêts commerciaux dans des technologies concurrentes.

Ce document se propose de présenter les normes internationales de sécurité pour les systèmes CRPC, notamment en ce qui concerne les pays en développement ayant l'intention d'élargir l'utilisation de fluides frigorigènes respectueux de l'environnement en respectant les règles de sécurité. Il précise ce qu'il est actuellement possible de faire compte tenu des exigences des normes de sécurité actuelles, et indique quelles sont les possibilités dont on dispose pour atténuer les obstacles et améliorer les normes de sécurité pour le futur. Il aborde notamment les points suivants :

- les principales normes de sécurité applicables aux systèmes CRPC ;
 - comment appliquer ces normes de sécurité ;
 - les obligations techniques découlant des diverses normes de sécurité ;
 - les options et les possibilités d'améliorer les normes de sécurité au niveau international et/ou national.
-



→ VUE D'ENSEMBLE ET CHOIX DES NORMES
DE SÉCURITÉ CRPC CONCERNÉES

2. Vue d'ensemble et choix des normes de sécurité CRPC concernées

Dans le contexte du secteur CRPC, deux organisations internationales de normalisation publient des normes de sécurité appropriées : l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et la Commission électrotechnique internationale (CEI). De même, au niveau européen (régional), il existe des organisations équivalentes – le Comité européen de normalisation (CEN) et le Comité européen de normalisation électronique (CENELEC) – qui publient des normes comparables couvrant plus ou moins les mêmes domaines d'application et exigences que l'ISO et la CEI.¹

Le tableau 1 présente un résumé des principales normes internationales et régionales ainsi que de leur portée. Ces normes entrent dans la catégorie des normes de produits ou « normes verticales » et de normes de groupes ou « normes horizontales ». En général, les normes verticales ont priorité sur les normes horizontales car elles sont élaborées spécifiquement pour certains types de produits et ont par conséquent des exigences plus fines pour des cas particuliers. Ainsi, les normes horizontales sont censées couvrir tout ce qui n'est pas couvert par les normes verticales. Autrement dit, elles incluent des exigences plus génériques et globales basées sur des caractéristiques et pratiques communes de tous équipements, installations et activités techniques CRPC.

Toutefois, les frontières entre normes verticales et normes horizontales ne sont pas rigides et en fin de compte, les concepteurs, les fabricants, les installateurs et les entrepreneurs doivent décider quelle norme convient le mieux à leur situation respective². Souvent, il se peut que les exigences les plus appropriées à respecter soient une combinaison d'exigences contenues dans différentes sections des normes horizontales et verticales. Par ailleurs, les exigences d'un type de normes ou de l'autre peuvent présenter des lacunes dans certains cas (peut-être en raison de leur contenu dépassé), et il peut apparaître que des orientations améliorées venant d'ailleurs doivent être prioritaires. De fait, il ne faut pas considérer que les normes de sécurité nationales ou internationales sont définitives.

Tableau 1 : Portée de différentes normes de sécurité internationales et régionales pour les systèmes CRPC

Secteur	Verticales (normes de produits)			Horizontales (normes de groupes)
	CEI 60335-2-24	CEI 60335-2-40	CEI 60335-2-89	ISO 5149-1,-2,-3,-4
	EN 60335-2-24	EN 60335-2-40	EN 60335-2-89	EN 378-1,-2,-3,-4
Réfrigération domestique	×			
Réfrigération commerciale			×	×
Systèmes industriels				×
Réfrigération dans les transports				×
Climatiseurs et pompes à chaleur air-air		×		×
Pompes à chaleur pour le chauffage de l'eau		×		×
Refroidisseurs		×		×

¹ L'Accord de Vienne et l'Accord de Francfort confirment l'objectif de coordonner l'élaboration des normes CEN et ISO et des normes CENELEC et CEI, respectivement. En plus de contribuer à harmoniser les normes internationales et régionales, cet objectif minimise également la répétition des travaux techniques.

² Sous réserve qu'une norme particulière n'a pas été imposée par une législation nationale.

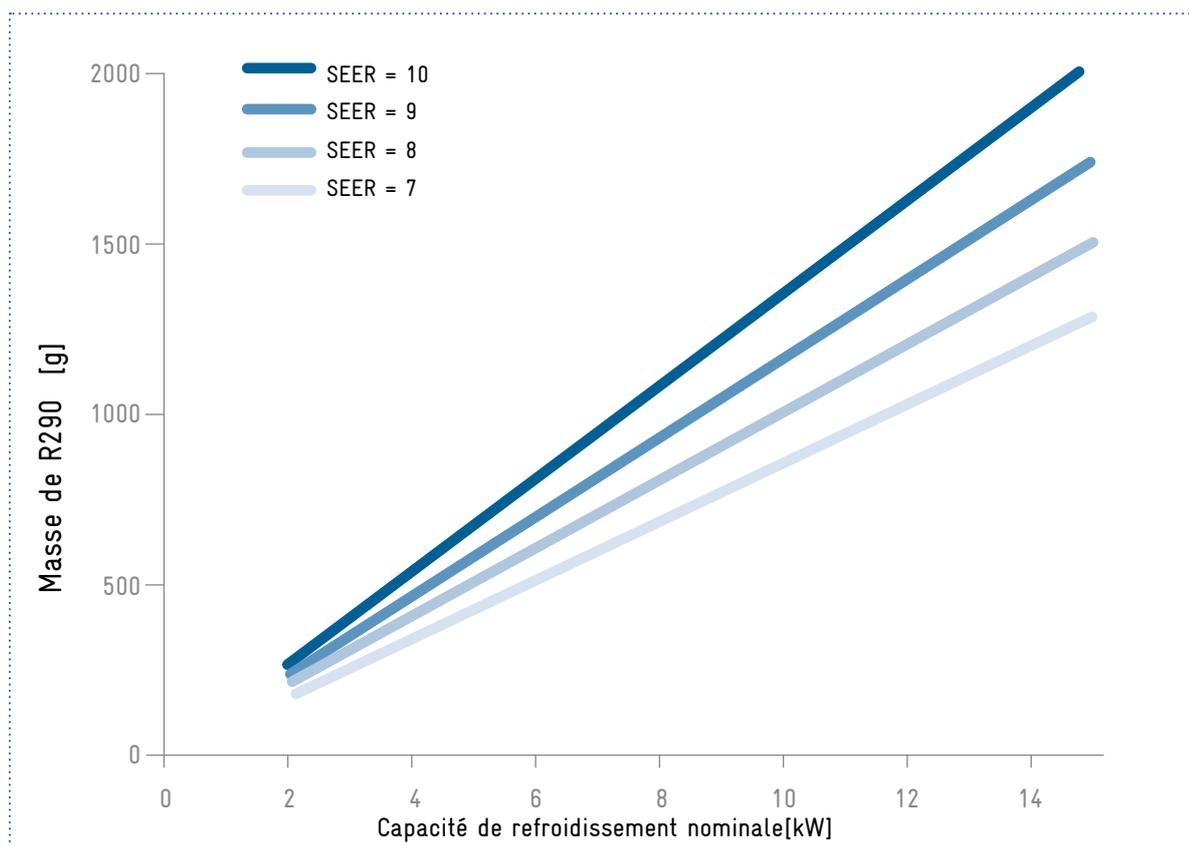
Dans bien des cas, des pays adoptent les normes ISO et CEI comme normes nationales qui sont alors, pour l'essentiel, des « copier-coller » de ces normes internationales ; mais il est également courant que des pays adoptent les normes internationales auxquelles ils apportent des modifications nationales. Dans d'autres pays, des normes de sécurité ont été élaborées indépendamment des normes internationales et leurs exigences en diffèrent par conséquent considérablement.

Bien que les normes de sécurité figurant au Tableau 1 soient spécifiquement applicables aux systèmes CRPC, elles peuvent rarement être utilisées seules. Diverses autres normes abordant les questions de sécurité liées aux équipements, composants et méthodes peuvent s'appliquer de manière générique à différentes utilisations finales. Comme telles, les normes de ce type sont souvent invoquées par les normes de sécurité CRPC pour aborder des questions telles que les dispositifs de sécurité, la protection contre l'inflammabilité, les récipients sous pression, les équipements électriques, les commandes, et ainsi de suite.

Parmi les nombreux types d'exigences des normes de sécurité CRPC, les limites de charge de fluide frigorigène constituent l'aspect le plus important des alternatives à faible PRP et cet aspect est primordial lorsqu'il concerne l'utilisation des HC. En particulier, dans les systèmes utilisant des fluides frigorigènes inflammables, il faut optimiser la masse de la charge de manière à maintenir des niveaux de sécurité acceptables tout en assurant une efficacité énergétique élevée. La Figure 1 ci-dessous illustre la façon dont la capacité de refroidissement d'un climatiseur est liée à la charge de fluide frigorigène pour différents rendements saisonniers. Le diagramme souligne la dépendance de la performance du système à la charge de fluide frigorigène nécessaire. Pour obtenir un rendement saisonnier plus élevé, il faut une charge plus élevée.

L'adoption de technologies à haute efficacité énergétique utilisant des fluides frigorigènes à faible PRP nécessite une série de normes techniques traitant de manière appropriée du rapport inflammabilité/masse de la charge et de l'efficacité énergétique.

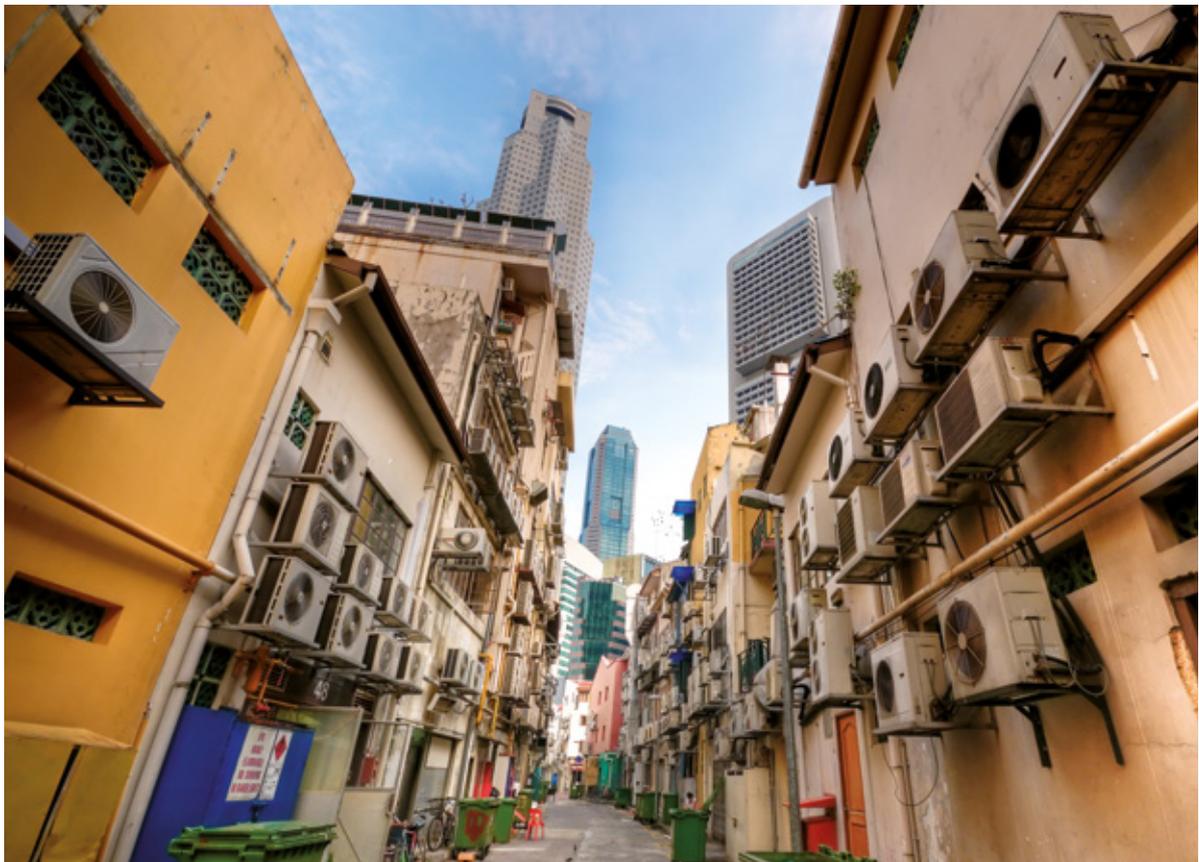
Figure 1 : Exemple de relation entre la charge de fluide frigorigène et la capacité de refroidissement en fonction du rendement saisonnier d'un climatiseur (SEER) utilisant du R290.



En plus des normes de sécurité CRPC identifiées plus haut, il existe une panoplie d'autres normes de sécurité spécifiques aux équipements CRPC ainsi qu'à des concepts généraux applicables de manière générale et affectant malgré tout les équipements CRPC. Les normes internationales et régionales concernent :

- la sécurité générale des compresseurs et pompes (par ex. CEI 60225-2-34, EN 809, CEI 60204-1, EN 1012, EN 12693)
- la sécurité de pression de récipients et de composants de systèmes (par ex. ISO 4126, EN 1736, EN 12178, EN 12263, EN 12284, EN 13136, EN 13445, EN 14276)
- l'étanchéité des composants et des joints (par ex. ISO 14903, EN 16084)
- les compétences du personnel (par ex. EN 13313)
- la compatibilité électromagnétique (par ex. série EN 61000)
- la sécurité générale des machines (par ex. ISO 12100, EN ISO 13849-1)
- l'évaluation des risques des équipements utilisant des gaz inflammables (par ex. EN 1127-1)
- les caractéristiques de sécurité des fluides frigorigènes (par ex. ISO 817, CEI 60079-20-1)
- la détection des gaz (par ex. EN 14624, série CEI 60079-29, EN 50402)
- la classification des zones dangereuses (par ex. EN 60079-10-1)
- les équipements électriques à utiliser dans les zones potentiellement inflammables (par ex. CEI 60079-0, CEI 60079-1, CEI 60079-2, CEI 60079-5, CEI 60079-6, CEI 60079-7, CEI 60079-11, CEI 60079-13, CEI 60079-14, CEI 60079-15, CEI 60079-17, CEI 60079-18, CEI 60079-19, CEI 60079-25, CEI 60079-26, CEI 60079-32, CEI 60079-33)

Bon nombre de ces normes peuvent influencer la facilité et le coût d'exploitation lorsqu'elles sont appliquées à des systèmes CRPC utilisant des solutions alternatives à faible PRP. Il est à noter que plusieurs de ces normes peuvent être obligatoires ou avoir un statut juridique allant au-delà de normes CRPC spécifiques.





→ LIEN ENTRE NORMES DE SÉCURITÉ ET RÉGLEMENTATIONS NATIONALES

3. Lien entre normes de sécurité et réglementations nationales

La forme, la signification et le statut des normes de sécurité diffèrent considérablement d'un pays à l'autre. Par conséquent, les opinions des parties prenantes sur l'importance des normes sont tout aussi variées. À l'échelle mondiale, on constate les variations suivantes :

- **Pour les normes de sécurité, des pays**

- élaborent leurs propres normes de sécurité de manière indépendante ;
- adoptent des normes internationales (ou régionales) « telles quelles » comme normes nationales ;
- adoptent des normes internationales (ou régionales) comme normes nationales avec des modifications ;
- n'ont pas de normes nationales mais, à la place, utilisent des normes d'autres pays.

- **Le statut des normes de sécurité est soit**

- entièrement volontaire ;
- imposé par la législation nationale ;
- considéré comme un moyen de se conformer à certaines législations ;
- globalement volontaire, sauf accords contractuels entre deux entités ou parties, ou plus.

- **La conformité aux normes de sécurité peut**

- être assurée par auto-certification ;
- être assurée uniquement par un organisme de certification tiers ;
- être supervisée par des systèmes de surveillance du marché ;
- être confirmée par au moins une institution gouvernementale.



Évidemment, il n'est pas facile d'illustrer des situations typiques ou de faire des généralisations sur la façon dont les normes de sécurité sont traitées dans la plupart des pays.

Toutefois, de nombreux pays utilisent des règles de sécurité d'application générale couvrant des sujets génériques tels que la sécurité de pression, la toxicité, la sécurité électrique, l'inflammabilité et la protection contre les explosions, ainsi que la sécurité générale des machines et la sécurité des bâtiments, entre autres. Les implications de ces règles peuvent également varier : des règles peuvent invoquer des normes de sécurité pour traiter ou clarifier certaines questions ; elles peuvent s'appuyer sur des normes de sécurité pour formuler le concept de sécurité ou, dans certains cas, elles peuvent être directement en contradiction avec les normes de sécurité.

D'une manière générale, dans un pays donné, la responsabilité en matière de produits est encadrée par la législation sur la santé et la sécurité, si bien que tout produit mis sur le marché doit être en conformité avec cette législation. En de rares occasions, la législation nationale peut invoquer explicitement des normes de sécurité, mais dans la plupart des pays, les normes de sécurité ne donnent qu'une interprétation de la façon de satisfaire aux exigences de la législation nationale. Ainsi, sous réserve qu'elle ne contredise pas la législation nationale régissant l'utilisation, l'application et la manipulation des gaz inflammables, une nouvelle norme de sécurité n'entraîne pas, en principe, de problèmes de responsabilité relatifs au produit. De fait, une telle législation indique généralement que les équipements et les installations doivent être « sûrs » et c'est donc à l'utilisateur d'effectuer les évaluations de risques nécessaires et de démontrer qu'un niveau de sécurité suffisant a été atteint. Cette approche vaut également pour l'utilisation des normes de sécurité ; comme aucune norme ne peut complètement couvrir toutes les circonstances d'utilisation et toutes les caractéristiques des équipements et installations CRPC, le fabricant et l'installateur sont obligés de tenir compte de toutes les particularités pouvant ne pas être suffisamment abordées par la norme. Il va sans dire que cela vaut pour tous les différents risques – électriques, pression, mécaniques, toxicité, etc. – applicables aux équipements. Lorsqu'elle évalue un risque, la partie prenante doit rechercher les données empiriques les plus fiables et pertinentes et, en utilisant des outils et techniques appropriés pour analyser le risque associé à l'équipement / l'installation, elle doit contribuer à déterminer si le modèle et la construction proposées atteignent un niveau de sécurité de référence. Et c'est sans tenir compte de toutes les exigences spécifiées dans les normes de sécurité applicables.

En ce qui concerne d'éventuelles barrières aux échanges commerciaux, l'Accord de l'OMC sur les obstacles techniques au commerce (OTC) s'efforce de garantir que les règlements, normes, procédures d'essai et de certification ne créent pas d'obstacles inutiles. Sous réserve qu'un pays donné ne publie pas une norme de sécurité (obligatoire) plus rigoureuse ou restrictive que, disons, une norme internationale, un assouplissement des limites de charge de fluide frigorigène (qui pourrait être contrebalancé par des contre-mesures appropriées) n'entrerait très vraisemblablement pas en contradiction avec l'OTC.





→ EXIGENCES ACTUELLES POUR LES SYSTÈMES
FRIGORIGÈNES INFLAMMABLES

4. Exigences actuelles pour les systèmes utilisant des fluides frigorigènes inflammables

Les normes de sécurité CRPC concernent un large éventail de risques associés aux systèmes et équipements CRPC. Ces normes de sécurité ne portent pas uniquement sur les charges de fluide frigorigène ; elles abordent également de nombreux autres points. Les aspects liés à la sécurité des fluides frigorigènes représentent une proportion de ces risques et des exigences de conception, de construction et de manutention associées. Le Tableau 2 présente un résumé des importants sujets gérés par les normes de sécurité CRPC et affectés par le choix du fluide frigorigène.

Le Tableau 2 montre que le type de fluide frigorigène peut avoir une incidence sur plusieurs aspects de conception et de construction. En conséquence, ces exigences peuvent potentiellement avoir une influence sur le coût des systèmes et poser des problèmes aux fabricants et aux installateurs.

Tableau 2 : Obligations techniques générales en vertu des normes de sécurité pour les systèmes CRPC

Catégorie	CEI 60335-2-24	CEI 60335-2-89	CEI 60335-2-40	ISO 5149-1, -2, -3, -4
	EN 60335-2-24	EN 60335-2-89	EN 60335-2-40	EN 378-1, -2, -3, -4
Domaine d'application	Réfrigérateurs, congélateurs et machines à glaçons domestiques	Appareils et meubles commerciaux à brancher, équipés d'une unité de condensation et d'un seul compresseur	Climatiseurs, pompes à chaleur et déshumidificateurs entièrement ou partiellement fabriqués en usine	Tous systèmes de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur commerciaux et industriels
Limites de la masse de la charge de fluide frigorigène.	150 g de fluide frigorigène inflammable. Aucune limite pour R744. R717 est hors sujet.	150 g de fluide frigorigène inflammable. Aucune limite pour R744. R717 est hors sujet.	Env. 1 kg de HC dans une enceinte intérieure de système direct (en fonction de la superficie de la pièce) et 5 kg dans une enceinte extérieure ou spéciale. Aucune limite pour R744. R717 est hors sujet.	1 kg, 1,5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg de HC et aucune limite, selon le type de système et/ou la superficie de la pièce. Aucune limite pour R744 ou limité en fonction de la superficie de la pièce. Aucune limite pour R717 si installation extérieure ou dans la salle des machines.
Marquage	Nécessite des symboles d'avertissement d'inflammabilité ou de forte pression, selon le cas.			
Résistance à la pression	Spécifie des essais sous pression des systèmes et de leurs composants (le cas échéant).			
Équipements électriques	Spécifie les exigences de conception, de construction et d'essais.			Fait référence aux normes appropriées.
Sources d'inflammation	Décrit ce qu'il faut prendre en considération et comment éviter une source potentielle d'inflammation, y compris une option de méthode d'essai (s'applique à toutes ces normes sauf ISO 5149).			
Information et instructions	Détails sur l'installation, l'utilisation, le service, l'entretien et l'élimination de l'équipement, pour que les utilisateurs, opérateurs et techniciens sachent comment gérer les risques d'inflammabilité.			
Étanchéité du système	Les systèmes doivent généralement être construits en tant que systèmes « scellés » ou « hermétiquement scellés » lorsqu'ils doivent être utilisés à l'intérieur avec des fluides frigorigènes inflammables (par ex., absence ou nombre limité de raccords ou joints mécaniques réutilisables).			
Limiteurs de pression / dispositifs de décompression	La nécessité d'utiliser des dispositifs supplémentaires pour limiter ou évacuer l'excédent de pression peut s'appliquer à de petits systèmes utilisant des fluides frigorigènes inflammables.			
Systèmes secondaires / indirects	Dans les circuits secondaires ou indirects (par exemple ceux qui utilisent de l'eau ou de la saumure), des composants supplémentaires sont nécessaires pour évacuer une fuite qui s'est produite entre l'évaporateur et le circuit secondaire lorsque la charge du circuit de fluide frigorigène primaire est supérieure à une charge donnée.			

Catégorie	CEI 60335-2-24	CEI 60335-2-89	CEI 60335-2-40	ISO 5149-1, -2, -3, -4
	EN 60335-2-24	EN 60335-2-89	EN 60335-2-40	EN 378-1, -2, -3, -4
Domaine d'application	Réfrigérateurs, congélateurs et machines à glaçons domestiques	Appareils et meubles commerciaux à brancher, équipés d'une unité de condensation et d'un seul compresseur	Climatiseurs, pompes à chaleur et déshumidificateurs entièrement ou partiellement fabriqués en usine	Tous systèmes de réfrigération, de climatisation et de pompes à chaleur commerciaux et industriels
Détecteurs de gaz	Sans objet	Des capteurs de gaz peuvent être imposés pour déclencher des mesures d'atténuation telles que ventilation, alarmes, coupures de l'alimentation électrique, etc. Ces mesures peuvent s'appliquer à des systèmes utilisant des fluides frigorigènes inflammables dans des salles des machines ou même à des systèmes dans des espaces occupés.		
Construction de salles des machines ou d'enceintes ventilées	Sans objet	Des exigences particulières peuvent être applicables aux salles des machines ou enceintes spéciales lorsque des fluides frigorigènes inflammables sont utilisés, par exemple nombre et ouverture des portes, résistance au feu des parois, étanchéité et flux d'air minimum, etc.		

Tableau 3 : Limites de charge de fluide frigorigène pour les HC conformément aux normes de sécurité pour les systèmes CRPC

Equipment/application	Verticales (60335-2-24, -40, -89)		Horizontales (ISO 5149-1, EN 378-1)	
	Charge maximale	Charge admissible	Charge maximale	Charge admissible
Réfrigération domestique	0,15 kg	0,15 kg		
Réfrigération commerciale				
• Autonome	0,15 kg	0,15 kg	1,5 kg	$0,008 \times V_{rm}$
• Unités de condensation	0,15 kg	0,15 kg	1,5 kg	$0,008 \times V_{rm}$
• Systèmes centralisés			1,5 kg	$0,008 \times V_{rm}$
Réfrigération dans les transports			1,5 kg ; 2,5 kg	1,5 kg ; 2,5 kg
Système de réfrigération de grande taille			2,5 kg, 10 kg, 25 kg, aucune limite	$0,008 \times V_{rm}$
Climatiseurs et pompes à chaleur				
• Petits, indépendants	0,3 kg	$0,01 \times V_{rm}$	0,3 kg	$0,01 \times V_{rm}$
• Bibloc	1 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}$	1,5 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}$
• Multibloc	1 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}$	1,5 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}$
• Bibloc avec conduit	1 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}^{0,5}$	1,5 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}^{0,5}$
• Commerciaux avec conduit	1 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}^{0,5}$	1,5 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}^{0,5}$
• Pompes à chaleur pour production d'eau chaude	1 kg, 5 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}^{0,5}$	1,5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg, aucune limite	$0,04 \times h \times A_{rm}^{0,5}$
• Pompes à chaleur pour chauffage de locaux	1 kg, 5 kg	$0,04 \times h \times A_{rm}$	1,5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg, aucune limite	$0,04 \times h \times A_{rm}^{0,5}$
Refroidisseurs				
• Volumétriques	1 kg, 5 kg	1 kg, 5 kg	1,5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg, aucune limite	
• Centrifuges			1,5 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg, aucune limite	

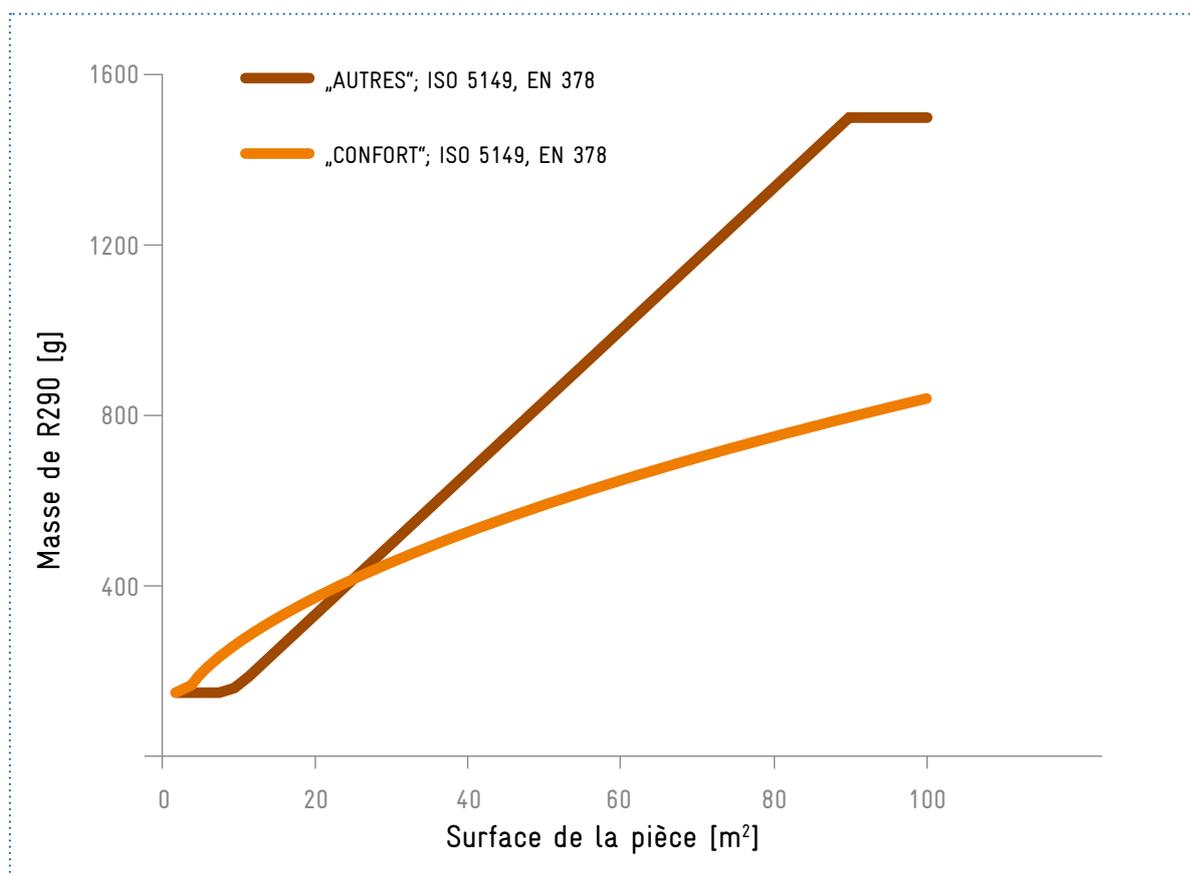
Où : V_{rm} = volume de la pièce (en m^3) ; A_{rm} = surface de la pièce (en m^2) et h = hauteur d'installation (en m)

Toutefois, les limites de charge de fluide frigorigène constituent les exigences essentielles des normes de sécurité en termes de viabilité pour les applications de fluides frigorigènes naturels. C'est particulièrement le cas pour les HC. Le Tableau 3 présente les limites de charge de HC dans les normes de sécurité actuelles.

Comme indiqué plus haut, les normes de sécurité actuelles ont tendance à s'en tenir à deux types de contraintes pour la masse de fluide frigorigène : (i) la charge maximale étant une limite globale selon l'application et l'emplacement du système, et (ii) la charge admissible, étant fonction de la taille de la pièce et, dans certain cas, de la hauteur d'installation de l'équipement.

Un exemple est donné à la Figure 2, sur la base d'un système de réfrigération commercial en vertu des normes horizontales. Avec une masse de R290 inférieure à 150 g, il n'y a aucune relation avec la taille de la pièce. Au-delà de 150 g, la charge admissible est fonction de la taille de la pièce, jusqu'à ce que la charge maximale de 1 500 g soit atteinte, après quoi l'augmentation de la taille de la pièce ne permet pas d'utiliser plus de R290.

Figure 2 : Exemple de relation entre la taille de la pièce et les limites de charge de fluide frigorigène (pour une hauteur d'installation intérieure « confort » = 2 m)



Les charges limites maximales supérieures (par ex., 1,5 kg dans l'exemple ci-dessus) sont des valeurs généralement arbitraires visant à s'assurer que les quantités utilisées dans les systèmes restent contrôlées. En pratique, néanmoins, les charges limites maximales supérieures prescrites par les normes actuelles créent rarement un obstacle significatif au choix et à l'application de HC dans la plupart des sous-secteurs CRPC. Par exemple, la grande majorité des armoires de réfrigération commerciales simples et des climatiseurs individuels nécessitent moins de 1,5 kg de R290 et les pompes à chaleur en ont rarement besoin de plus de 5 kg. À part les systèmes de réfrigération commerciaux centralisés et les gros

systèmes de climatisation multibloc (par ex., DRV) où il serait inapproprié d'utiliser des dizaines de kilogrammes de HC, les seules applications dans lesquelles on a constaté que les charges limites maximales supérieures posaient problème sont les systèmes commerciaux biblocs à conduit et les systèmes de type « toiture ».

Sur la base des limites de charge indiquées dans le Tableau 3, et compte tenu des besoins de fluide frigorigène types pour obtenir une certaine capacité de refroidissement à divers niveaux de température et de charges thermiques associées, une approximation des plages de capacité des systèmes CRPC est donnée dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Plage de capacités approximatives de différents types d'applications utilisant un HC, R744 ou R717

Équipement/application	Capacité maximale approximative avec un autre fluide frigorigène (kW) ³		
	HC (R290, R600a, etc.)	R744 *	R717
Réfrigération domestique	Aucune limite	Aucune limite	Aucune limite (type de sorption)
Réfrigération commerciale			
• Équipement autonome	1 à 15	Aucune limite	Non autorisé
• Unités de condensation	5 à 10	Aucune limite	Non autorisé
• Systèmes centralisés	2 à 4	Aucune limite	Non autorisé
Réfrigération dans les transports	6 à 15	Aucune limite	Sans objet
Gros équipement de réfrigération	60 à aucune limite	Aucune limite	Aucune limite
Climatiseurs et pompes à chaleur			
• Petits, indépendants	4 à 10	Aucune limite	Non autorisé
• Bibloc (sans conduit)	Jusqu'à 10	Aucune limite	Non autorisé
• Multibloc	3 à 6	Aucune limite	Non autorisé
• Bibloc avec conduit	10 à 20	Aucune limite	Non autorisé
• Commerciaux avec conduit	10 à 20	Aucune limite	Non autorisé
Pompes à chaleur pour la production d'eau chaude/ le chauffage de locaux (domestiques)	10 à 50	Aucune limite	Non autorisé
Pompes à chaleur (commerciales)	50 à aucune limite	Aucune limite	Non autorisé
Refroidisseurs			
Volumétriques	150 à aucune limite	Aucune limite	Aucune limite
Centrifuges	25 à aucune limite	Aucune limite	Sans objet

* Il faut tenir compte de la dégradation de la capacité et de l'efficacité aux températures ambiantes de modérées à élevées.

³ Les valeurs sont basées sur la masse approximative de charge spécifique par kW de refroidissement (ou de chauffage) pour les niveaux de température du climatiseur, du réfrigérateur ou du congélateur, sur l'emplacement de l'équipement (à l'intérieur ou à l'extérieur) et sur les limites de charge indiquées par les normes de sécurité citées.



→ RECOMMANDATION SUR LES NORMES DE SÉCURITÉ
MODIFIÉES POUR LES FLUIDES FRIGORIGÈNES
NATURELS, NOTAMMENT LES FLUIDES FRIGORIGÈNES
À BASE D'HYDROCARBURE

5. Recommandation sur les normes de sécurité modifiées pour les fluides frigorigènes naturels, notamment les fluides frigorigènes à base d'hydrocarbure

Pour les fluides frigorigènes HC, la charge admissible donne lieu à controverse. Dans certaines applications – par exemple la réfrigération commerciale – la quantité de fluide frigorigène peut être limitée en raison de la taille du magasin (par ex., une vitrine dans un commerce de proximité). Cela peut contrarier l'applicabilité, par exemple, de gros appareils de réfrigération commerciaux dans des petits magasins. Dans les applications de climatisation où la capacité de refroidissement voulue d'un climatiseur dépend fortement de la taille de la pièce, certains modèles peuvent nécessiter une quantité de fluide frigorigène au-delà de la quantité admissible (par ex., pour assurer la capacité de refroidissement voulue pour cette taille de pièce).

Pour résoudre de tels problèmes, des mesures supplémentaires d'atténuation des risques pour la sécurité peuvent être appliquées aux systèmes CRPC de manière à contrebalancer le risque d'inflammabilité potentiellement accru en raison de la quantité plus importante de charge (par ex., en fonction de la taille de la pièce). Ces mesures d'atténuation sont notamment les suivantes :

- améliorer l'étanchéité aux fuites du système, au-delà et en deçà de la pratique standard supposée ;
- adopter un modèle de logement de l'équipement contribuant à mieux disperser les fuites que les modèles de logement traditionnels ;
- garantir un débit d'air suffisant dans la pièce pour s'assurer que la fuite de fluide frigorigène ne stagne pas au niveau du sol et que sa concentration reste inférieure à la limite inférieure d'inflammabilité (LII) ;
- inclure des clapets ou d'autres composants pour limiter la quantité de fluide frigorigène libérée en cas de fuite.

Les deux dernières mesures peuvent être appliquées conjointement avec une forme d'indication de fuite (par ex., capteurs de gaz, détection ultrasonique ou paramètres système) de manière à pouvoir être activées sur demande.

Le texte qui suit donne une illustration pratique de la façon dont ces mesures pourraient être appliquées.

AMÉLIORATION DE L'ÉTANCHÉITÉ

Actuellement, les limites de charge admissible sont basées sur l'hypothèse selon laquelle le fluide frigorigène s'échappe instantanément et avec un très fort débit (fuite « catastrophique »). Étant donné qu'avec un fort débit de fuite le fluide frigorigène a moins de temps pour se diluer dans l'air environnant, sa concentration va rapidement augmenter dans la pièce et pour éviter que cette concentration atteigne la limite inférieure d'inflammabilité (LII), la masse de fluide frigorigène est limitée en conséquence.

Les actuelles normes de sécurité n'imposent pas de mesures visant à éviter que ces fuites se produisent. Par conséquent, si ces mesures « d'amélioration de l'étanchéité » devaient être mises en œuvre, on pourrait effectivement ignorer l'éventualité de fuites « catastrophiques ». En conséquence, dans l'hypothèse d'une fuite relativement faible, le fluide frigorigène se diluerait plus facilement dans l'air environnant et une plus grande quantité de fluide frigorigène libéré pourrait être tolérée jusqu'à ce que la concentration potentiellement inflammable soit atteinte.

Bien qu'il ne soit pas pratique de quantifier une relation directe entre certaines mesures mises en œuvre et un débit de fuite attendu, la logique mécanique et l'expérience aident à faire des approximations. Ainsi, si tous les composants du système contenant du fluide frigorigène et se trouvant à l'intérieur du bâtiment sont conçus de telle sorte que : (i) dans le logement de l'équipement, la possibilité de dégât causé par un impact mécanique externe soit éliminée, (ii) le frottement interne et l'usure de contact des composants soient empêchés, (iii) la configuration de la tuyauterie soit telle qu'il ne se produise pas de phénomènes de résonance potentiellement néfastes dans la tuyauterie, et (iv) que les fissurations dues au givrage ou à l'endommagement du ventilateur soient évitées, d'importantes fuites instantanées ne peuvent pas se produire.

Des études ont constaté que dans ces conditions, environ 2 à 3 fois plus de fluide frigorigène peut fuir comparativement à ce que prévoit la formule de la charge admissible (par ex. Tableau 3) avant que soit dépassée la LII (par ex., Cleaver et al., 1994 ; Colbourne and Suen, 2018 ; Li, 2014 ; Zhang et al., 2013).

SYSTÈMES À FLUX D'AIR INTÉGRÉ

La masse des charges admissibles est basée sur l'hypothèse selon laquelle l'air de la pièce est tranquille, de telle sorte que la dynamique du fluide frigorigène libéré est la seule raison pour laquelle une fuite se mélangerait avec l'air. Bien entendu, il y a toujours un flux d'air (bénéfique) dans tous les espaces occupés, mais comme dans certaines occasions ce flux d'air est négligeable, tout avantage éventuel des libérations de fluide frigorigène a été ignoré à ce jour.

Toutefois, les systèmes CRPC utilisent généralement des ventilateurs pour refouler l'air qu'ils ont refroidi ou réchauffé loin de l'équipement, et généralement dans tout l'espace dans lequel il est installé. Si on peut s'assurer de disposer de ce flux d'air lorsqu'on en a besoin, on peut en tenir compte dans la dilution du fluide frigorigène qui a fui. La présence d'un flux d'air forcé – en continu ou sur déclenchement d'un quelconque moyen de détection des fuites – améliore considérablement la dilution du fluide frigorigène libéré dans l'espace, et ainsi une bien plus grande quantité de fluide frigorigène peut être tolérée avant d'atteindre une concentration inflammable.



En fin de compte, si le flux d'air fourni par un ventilateur dans l'unité qui abrite les composants contenant le fluide frigorigène est continu ou s'il est déclenché par un capteur, par exemple un détecteur de gaz, le fluide frigorigène libéré peut être mélangé de façon presque homogène avec l'air de la pièce. En conséquence, pour une taille de pièce donnée, une plus grande masse de fluide frigorigène peut être permise.

DÉTERMINATION DE LA CHARGE PAR DES ESSAIS

Avec les normes actuelles, les limites de charge admissible sont généralement basées sur des mesures limitées de libérations « idéalisées » de fluide frigorigène, c'est-à-dire lorsqu'un fluide frigorigène pénètre dans l'environnement dans des conditions qui sont essentiellement défavorables au mélange avec l'air, ce qui entraîne de plus fortes concentrations et exige par conséquent une limitation de la quantité.

Selon une étude récente (Colbourne and Suen, 2014 ; 2016), les dimensions et la configuration du logement dans lequel sont situés les éléments contenant le fluide frigorigène peuvent avoir une influence considérable sur la dilution de la fuite. Un logement bien conçu peut contribuer à accroître la dilution d'une fuite selon un facteur maximal de 5 par rapport à une situation « idéalisée ». Globalement, une quantité proportionnellement plus grande de fluide frigorigène peut-être libérée avant que soit atteint le niveau de concentration inflammable. Toutefois, l'influence est très complexe et il n'est pas facile de déterminer, même de façon approximative, la relation entre les caractéristiques du logement et la concentration de fluide frigorigène qui en résulte. Par conséquent, on peut avoir recours à des essais individuels.

Pour un modèle de logement donné, des fuites peuvent être simulées ; la concentration de fluide frigorigène au niveau du sol autour de l'unité est mesurée et (pour un débit de fuite supposé) la charge de fluide frigorigène acceptable peut être déterminée en fonction de la quantité assurant qu'une certaine concentration n'est pas dépassée, ou qu'elle l'est pendant une durée spécifiée.

Il est à noter que cette approche peut être associée avec certaines autres mesures d'atténuation. Par exemple, si le système est conçu pour assurer une meilleure étanchéité, le débit de fuite de l'essai peut être réduit. Sinon, si le flux d'air est censé être continu, l'essai peut être réalisé en faisant fonctionner le ventilateur de l'unité.

SYSTÈME DANS LEQUEL LA CHARGE POUVANT ÊTRE LIBÉRÉE EST LIMITÉE

Les limites de charge existantes partent du principe que la quantité totale de fluide frigorigène « chargé » est libérée. Toutefois, cela n'est pas possible car il reste du fluide frigorigène dans les tuyaux et les composants sous pression atmosphérique et une partie du fluide frigorigène est absorbée par l'huile du compresseur à la fin de la fuite. Selon la taille du système, le type d'huile, le fluide frigorigène, etc., cette rétention passive de charge peut grosso modo représenter de 3 à 15% de la charge totale.

Par ailleurs, des clapets d'arrêt peuvent être utilisés dans le système pour limiter la quantité de fluide frigorigène pouvant être libérée. L'architecture du système, la fonctionnalité des commandes, les conditions de fonctionnement, l'emplacement de la fuite, etc. ont tous une influence, mais des dispositions peuvent être prises pour faire en sorte que de 30 à 95% environ de la charge nominale ne soit pas libérée lors d'une fuite. Que la situation soit passive ou active, une méthode d'essai rigoureuse est nécessaire pour déterminer la quantité réelle de fluide frigorigène susceptible de fuir, en tenant compte des divers modes et diverses conditions de fonctionnement.

Ainsi, pour déterminer la taille minimale de la pièce dans laquelle le système peut être installé, la quantité réelle de fluide frigorigène s'échappant d'un système par une fuite – déterminée par une procédure d'essai normalisée – doit être prise en considération.

S'ATTAQUER AUX SOURCES POTENTIELLES D'INFLAMMATION

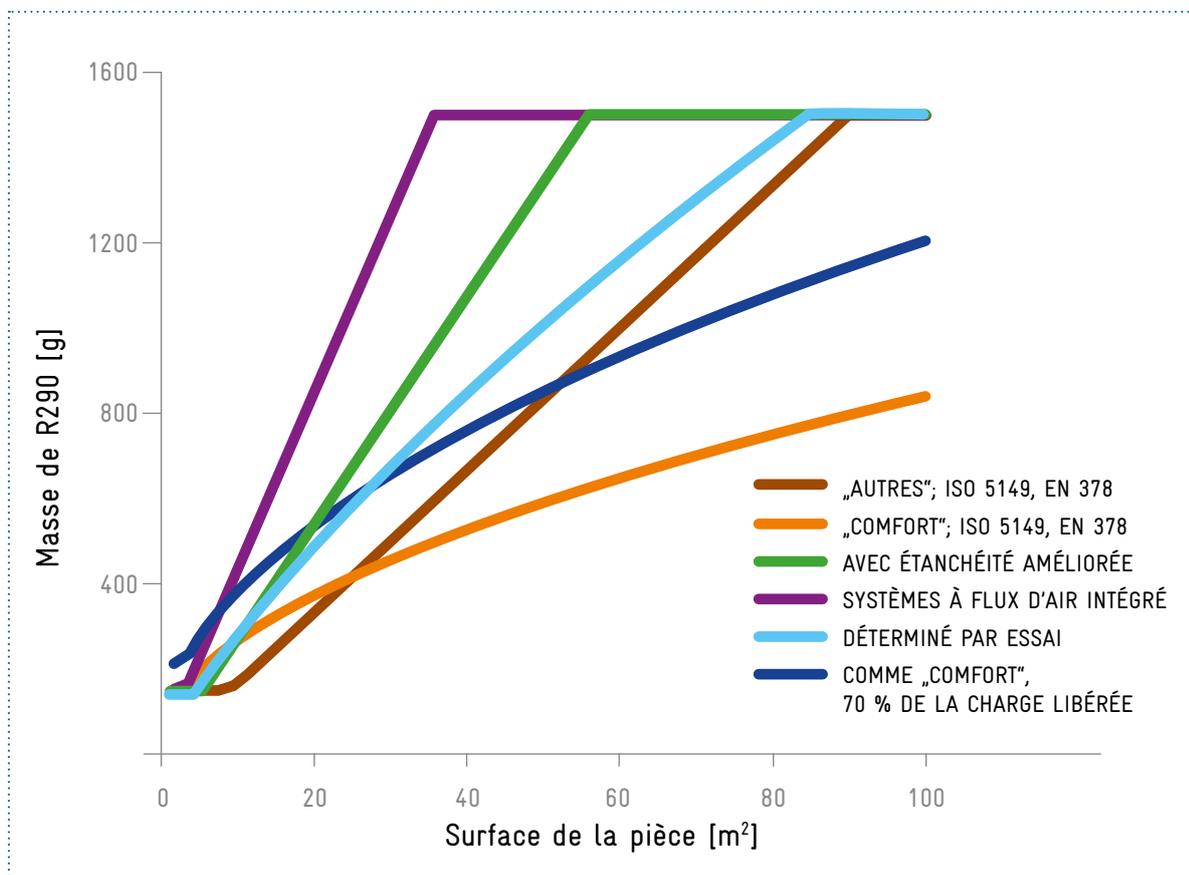
Actuellement, aucune norme internationale de sécurité n'aborde la question de la gestion des sources potentielles d'inflammation de manière cohérente avec les normes établies de protection contre l'inflammation des gaz inflammables. Il est ici fait référence aux normes CEI / EN de la série 60079. La norme ISO 5149 ignore cette question et les normes CEI 6035-2-40 et -89 l'abordent en partie, mais d'une manière qui ne correspond pas aux méthodologies établies. À cet égard, ces trois normes internationales ont besoin d'être révisées.

L'actuelle version de la norme EN 378 inclut une approche et une méthodologie de gestion des sources potentielles d'inflammation, mais à ce jour les exigences sont incomplètes et nécessitent une amélioration.

VUE D'ENSEMBLE

La Figure 3 ci-dessous compare les possibilités basées sur les concepts ci-dessus avec les limites de charge existantes dans les normes de sécurité actuelles. Les limites spécifiques données dans la figure sont basées sur certaines hypothèses utilisées à titre indicatif, et il faut en déduire les constantes et facteurs réels. Néanmoins, on peut voir sur le graphique qu'on peut obtenir des améliorations considérables et une plus grande souplesse en matière de charges admissibles grâce aux différentes approches décrites ci-dessus.

Figure 3 : Comparaison de différentes méthodes alternatives de détermination de la charge avec celles des normes actuelles pour un système R290 (propane) dans des locaux de différentes tailles



(Note : la « hauteur d'installation » pour le climatiseur et l'amélioration de l'étanchéité est 2m et la courbe pour « déterminé par essai » est obtenue par approximation sur la base d'essais avec un climatiseur intérieur installé à 2 m.)



→ ÉVOLUTION DES NORMES DE SÉCURITÉ
NATIONALES ET INTERNATIONALES

6. Évolution des normes de sécurité nationales et internationales

Comme expliqué précédemment, pour respecter les obligations nationales au titre de l'Amendement de Kigali, il faut que les systèmes CRPC utilisent des fluides frigorigènes à PRP particulièrement faible. D'autre part, les actuelles normes de sécurité constituent d'importants obstacles à la mise en œuvre de tels fluides frigorigènes – essentiellement des HC – en raison des limites obstructives de charge de fluide frigorigène qu'elles imposent. Par conséquent, il est explicitement nécessaire de modifier ces normes de sécurité de sorte que des charges plus importantes soient autorisées, en donnant des instructions sur la façon de les appliquer en toute sécurité.

Actuellement, toutes les normes de sécurité essentielles (CEI / EN 60335-2-89, CEI / EN 60335-2-40, ISO 5149 et EN 378) sont en cours d'examen pour révision et/ou modification. Certaines parties prenantes impliquées cherchent à améliorer les limites de charge. En résumé :

- pour la CEI 60335-2-89, le groupe de travail 4 cherche à définir la quantité maximale de fluide frigorigène inflammable pour les appareils électrodomestiques, ainsi que des mesures visant à maintenir un niveau de sécurité équivalent à celui de l'actuelle limite de 150 g ;
- pour la CEI 60335-2-40, le groupe de travail 16 s'efforce d'améliorer les exigences en matière de masse de charge pour les fluides frigorigènes A2 et A3 sur la base de la limitation de la quantité de fluide frigorigène pouvant être libéré en cas de fuite, de la dispersion efficace du fluide frigorigène ainsi libéré au moyen d'un flux d'air, et de l'augmentation de la charge admissible, à condition que le système soit construit en incluant des mesures visant à améliorer l'étanchéité aux fuites ;
- pour l'ISO 5149, le groupe de travail 1 envisage diverses exigences supplémentaires permettant d'utiliser des charges admissibles plus importantes ;
- pour l'EN 378, le groupe de travail 6 prépare des modifications visant à englober diverses mesures contribuant à faire en sorte que les HC soient plus largement applicables.

Des discussions sont en cours et de nouvelles études sont engagées en permanence.

Toutefois, ces activités prennent du temps et se prolongent en raison des procédures établies d'élaboration des normes et des divergences de vues avec les parties prenantes défendant des technologies concurrentes. Les prévisions concernant la durée de publication de nouvelles exigences vont de cinq à dix ans. De tels délais sont incompatibles avec les besoins qu'a l'industrie de mettre en œuvre, en temps utile, des fluides frigorigènes à faible PRP pour respecter ses obligations au titre du Protocole de Montréal et de l'Amendement de Kigali.

Par conséquent, des mécanismes permettant aux pays intéressés de s'attaquer à ces obstacles au niveau national et/ou régional pourraient être pris en considération. Les circonstances locales étant variables, la voie à suivre pour résoudre les problèmes peut légèrement varier. Le Tableau 5 donne une indication des types d'interventions nécessaires, selon l'origine de la norme de sécurité nationale et son statut juridique.

Tableau 5 : Interventions nécessaires pour résoudre les problèmes des normes de sécurité obstructives

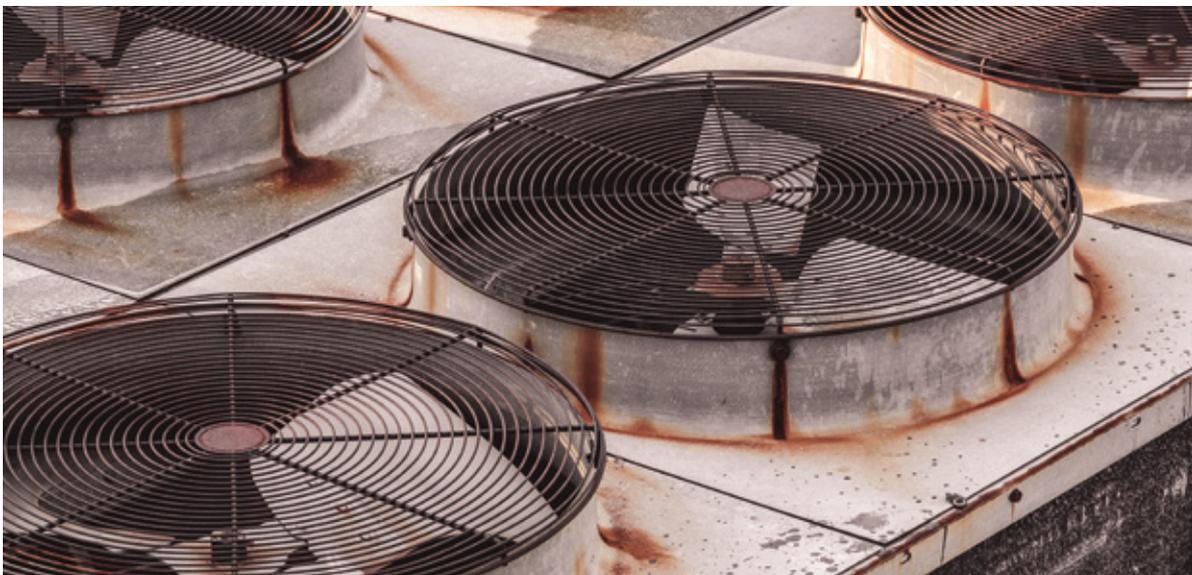
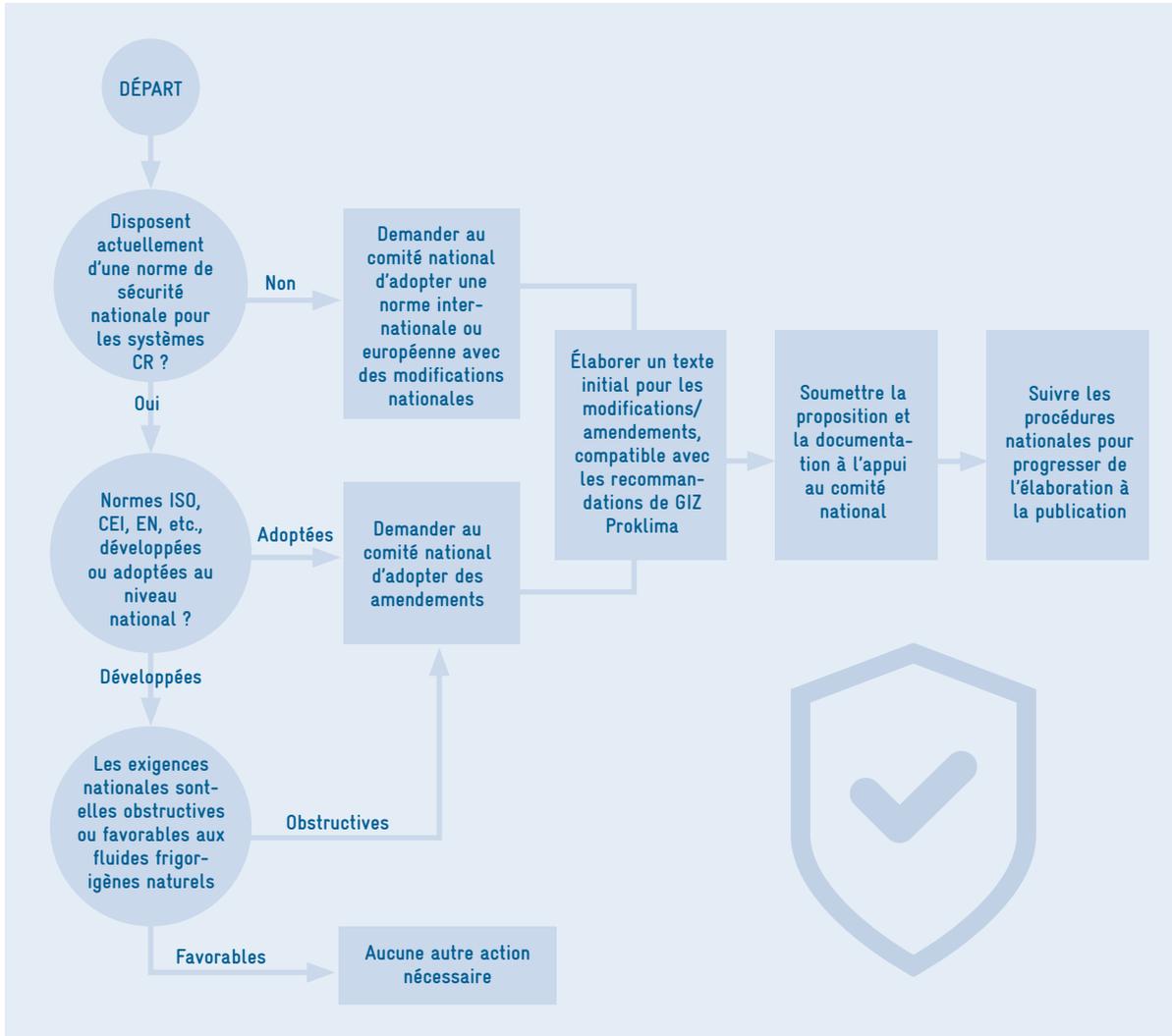
Origine de la norme de sécurité nationale	Statut des normes de sécurité		
	Norme volontaire	La norme est imposée par la législation	La norme offre un moyen de se conformer à la législation
Propre norme nationale	Modifier la norme au niveau national	Modifier la norme nationale après consultation avec l'autorité responsable de ladite législation	Modifier la norme nationale après contrôles croisés avec les obligations de ladite législation
Copie d'une norme internationale	Mettre en œuvre les modifications nationales apportées à la version internationale	Modifier la norme après consultation avec l'autorité responsable de ladite législation	Modifier la norme nationale après contrôles croisés avec les obligations de ladite législation
Norme internationale avec modifications nationales	Mettre en œuvre (d'autres) modifications nationales apportées à la version internationale	Modifier la norme après consultation avec l'autorité responsable de ladite législation	Modifier la norme après contrôles croisés avec les obligations de ladite législation
Aucune ; utiliser la norme d'un autre pays	Adopter, au niveau national, une norme d'un autre pays et appliquer des modifications nationales	Sans objet	Sans objet
N'utilise actuellement pas de norme	Adopter une autre norme nationale ou internationale et appliquer des modifications nationales	Sans objet	Sans objet

Au cas où la norme de sécurité applicable n'aurait pas les exigences nécessaires pour une utilisation générale des fluides frigorigènes naturels, un certain niveau d'intervention serait nécessaire, par exemple pour ajouter des exigences conformes aux recommandations de la section 5. Lorsque la norme existante est un document préparé au niveau national, une copie d'une norme internationale ou d'une norme dans laquelle des modifications ont été apportées au niveau national, d'autres modifications peuvent et doivent être effectuées. Dans les cas où il n'y a actuellement pas de norme nationale, une norme appropriée peut être adoptée et modifiée en conséquence. Lorsqu'une norme nationale est imposée par la législation nationale, toute modification doit être effectuée en collaboration avec l'autorité nationale concernée pour s'assurer qu'elle n'est pas en désaccord avec la législation. L'approche est similaire lorsqu'une norme n'est pas obligatoire mais est reconnue comme une option juridique parmi plusieurs autres de se conformer à une réglementation nationale.

Dans tous ces cas de figure, les étapes nécessaires sont affectées par les normes de sécurité spécifiques utilisées.⁴ Si la norme de sécurité existante est la norme horizontale ISO 5149, ces modifications peuvent assez facilement être mises en œuvre. Si la norme est l'EN 378 – ou lorsqu'il n'existe actuellement pas de norme – l'EN 378 et les modifications indiquées dans la section 5 peuvent également être mises en œuvre sans grande complication. Par contre, si les normes verticales CEI 60335-2-40 et CEI 60335-2-89 sont utilisées, un gros travail supplémentaire devrait être nécessaire pour les mettre en conformité avec les diverses options identifiées dans la section 5. Finalement, la situation de chaque pays doit être examinée au cas par cas. L'organigramme de la Figure 4 indique les principales décisions et mesures à envisager lorsqu'on aborde ces questions au niveau national.

⁴ Lorsque des pays ont adopté certaines normes contenant d'importantes restrictions, par exemple l'UL 484 ou l'ASHRAE-15 qui posent d'importantes conditions à l'utilisation de fluides frigorigènes naturels à faible PRP, des travaux supplémentaires sont nécessaires pour résoudre ces problèmes.

Figure 4 : Organigramme identifiant les principales décisions et mesures à prendre pour résoudre les problèmes associés aux normes nationales de sécurité.



En conclusion, les pays qui imposent des normes de sécurité doivent s'assurer que leurs processus internes leur permettent de librement modifier et adapter des normes nationales ou des normes internationales de sécurité adoptées au niveau national pour répondre à leur situation et leurs besoins nationaux. Cela est essentiel en ce qui concerne l'autorisation d'utiliser plus largement d'autres fluides frigorigènes potentiellement inflammables à faible PRP pour atteindre les objectifs ambitieux d'amélioration de l'efficacité énergétique et réduire l'impact des fluides frigorigènes sur le climat et l'environnement (Munzinger et al., 2016).

Parallèlement à toute modification des normes de sécurité, il convient également d'aborder ces questions dans la législation nationale. Il faut en particulier s'assurer :

- que la réglementation nationale concernant la sécurité des constructions n'est pas incompatible avec les exigences des normes de sécurité modifiées ;
- que toute modification est conforme aux règles nationales sur la pression, l'inflammabilité, la toxicité, la sécurité électrique et celle des machines ;
- que les connaissances et l'expertise concernant les questions techniques abordées dans ces normes sont facilement accessibles aux experts nationaux pour examen.

Il est important qu'à un premier stade, les modifications apportées à des normes de sécurité ne soient pas obligatoires car la nature de ces exigences a tendance à être coûteuse. Après une période initiale d'essai de normes non obligatoires, il est ensuite possible d'en faire des normes obligatoires, après des améliorations et des essais pratiques, etc.

Pour satisfaire aux obligations de l'Amendement de Kigali au titre du Protocole de Montréal, les pays doivent s'assurer que les normes de sécurité cessent de faire obstacle à la mise en œuvre de fluides frigorigènes naturels en imposant des limites de charge de fluide frigorigène obstructives. Pour contrebalancer l'accroissement du risque d'inflammabilité associé à l'augmentation de la charge admissible, des mesures de sécurité supplémentaires peuvent être intégrées à la conception et la construction des systèmes, par exemple en améliorant l'étanchéité aux fuites du système, en assurant un flux d'air suffisant, en adoptant un modèle spécifique de logement de l'équipement, et en incluant des clapets.





→ BIBLIOGRAPHIE

7 Bibliographie

Clark, E. and Wagner, S., OzonAction, Programme des Nations unies pour l'environnement (2016) 'The Kigali Amendment to the Montreal Protocol: HFC Phase-down'. [en ligne]. Disponible à l'adresse : http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7809-e-Factsheet_Kigali_Amendment_to_MP.pdf

Cleaver, R.P., Marshall, M.R., Linden, P.F. 1994. The build-up of concentration within a single enclosed volume following a release of natural gas. J. Hazardous Materials, Vol. 36 pp. 226-209.

Colbourne D., Suen K. O. Assessment of factors affecting R290 concentrations arising from leaks in room air conditioners. Proc. 13th IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants (GL2018). Valence, Espagne, juin 2018.

Colbourne D., Suen K. O. R290 concentrations arising from leaks in commercial refrigeration cabinets. Proc. 12th IIR Gustav Lorentzen Conference on Natural Refrigerants (GL2016). Édimbourg, Royaume-Uni, 21-24 août 2016.

Colbourne, D., Programme des Nations unies pour l'environnement (2010) 'Barriers to the use of low-PRP refrigerants in developing countries and opportunities to overcome these'. [en ligne] Disponible à l'adresse : <http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/7476-e-Report-low-GWPbarriers.pdf>

Colbourne, D; Suen, KO. 2014. Characterisation of a leak of flammable refrigerant within equipment enclosures. Proc. 11th IIR Gustav Lorentzen Conf., Hangzhou.

Li, T. X., 2014a. Indoor leakage test for safety of R-290 split type room air conditioner. Int. J. Refrig., Vol 40, 380-389.

Munzinger, P., Andres, D., Boos, D., Becker, C., Usinger, J., Papst, I., Heubes, J., Oppelt, D. and Röser, F. (2016) Advancing nationally determined contributions (NDCs) through climate-friendly refrigeration and air conditioning - Guidance for policymakers. Disponible à l'adresse : <https://www.giz.de/expertise/downloads/giz2016-en-proklima-ndcs-through-refrigeration-guidance.pdf>

Zhang, W., Yang, Z., Li, J., Ren, C-X., Lv, D., Wang, J., Zhang, X., Wu, W., 2013. Research on the flammability hazards of an air conditioner using refrigerant R-290. Int. J. Refrig., Vol. 36, numéro 5, 1483-1494.

NORMES

EN 1012-3, Compresseurs et pompes à vide – Prescriptions de sécurité – Partie 3 : Compresseurs de procédé

EN 12178:2003, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Indicateurs de liquide – Exigences, essais et marquage

EN 12263, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Dispositifs interrupteurs de sécurité limitant la pression – Exigences et essais

EN 12263:1998, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Dispositifs interrupteurs de sécurité limitant la pression – Exigences et essais

EN 12284:2003, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Robinetterie – Exigences, essais et marquage

EN 12693:2008, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement – Compresseurs volumétriques pour fluides frigorigènes

- EN 13136:2013, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur – Dispositifs de limitation de pression et tuyauteries associées – Méthodes de calcul
- EN 13313:2010, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Compétence du personnel
- EN 13445-1:2014, Récipients sous pression non soumis à la flamme – Partie 1 : Généralités
- EN 13445-2:2014, Récipients sous pression non soumis à la flamme – Partie 2 : Matériaux
- EN 13445-4:2014, Récipients sous pression non soumis à la flamme – Partie 4 : Fabrication
- EN 13445-5:2014, Récipients sous pression non soumis à la flamme – Partie 5 : Inspection et contrôles
- EN 13445-6:2014, Récipients sous pression non soumis à la flamme – Partie 6 : Exigences pour la conception et la fabrication des récipients sous pression et des parties sous pression moulées en fonte à graphite sphéroïdal
- EN 13445-8:2014, Récipients sous pression non soumis à la flamme – Partie 8 : Exigences complémentaires pour les récipients sous pression en aluminium et alliages d'aluminium
- EN 1366-2, Essais de résistance au feu des installations techniques – Partie 2 : clapets résistants au feu
- EN 14276-1:2006+A1:2011, Équipements sous pression pour systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Partie 1 : récipients – exigences générales
- EN 14276-2, Équipements sous pression pour systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Partie 2 : tuyauteries – exigences générales
- EN 14276-2:2007+A1:2011, Équipements sous pression pour systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Partie 2 : tuyauteries – exigences générales
- EN 14624, Performances des détecteurs de fuite portables et des contrôleurs d'ambiance de fluides frigorigènes halogénés
- EN 1507, Ventilation des bâtiments – Conduits aérauliques rectangulaires en tôle – Prescriptions pour la résistance et l'étanchéité
- EN 16084:2011, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Qualification de l'étanchéité des composants et des joints
- EN 1736:2008, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Éléments flexibles de tuyauterie, isolateurs de vibration, joints de dilatation et tubes non métalliques – Exigences, conception et installation
- EN 378-1:2016, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur. Exigences de sécurité et d'environnement. Exigences de base, définitions, classification et critères de choix
- EN 378-2:2016, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur. Exigences de sécurité et d'environnement. Conception, construction, essais, marquage et documentation
- EN 378-3:2016, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur. Exigences de sécurité et d'environnement. Installation in situ et protection des personnes
- EN 378-4:2016, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur. Exigences de sécurité et d'environnement. Fonctionnement, maintenance, réparation et récupération
- EN 50402: 2005+A1: 2008 Matériel électrique pour la détection et la mesure des gaz ou vapeurs combustibles ou toxiques, ou de l'oxygène. Exigences relatives à la fonction de sécurité des systèmes fixes de détection de gaz.
- EN 60079-10-1, Atmosphères explosives – Partie 10-1 : Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses
-

- EN 60079-15:2010, Atmosphères explosives – Partie 15 : Protection du matériel par mode de protection « n » (CEI 60079-15:2010)
- EN 60204-1:2006, Sécurité des machines – équipement électrique des machines – Partie 1 : Règles générales
- EN 60335-1:2012, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1 : Prescriptions générales
- EN 60335-2-24: 2013, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-24 : Règles particulières pour les appareils de réfrigération, les sorbetières et les fabriques de glace
- EN 60335-2-24:2010, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-24 : Règles particulières pour les appareils de réfrigération, les sorbetières et les fabriques de glace (CEI 60335-2-24:2010)
- EN 60335-2-34:2013, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-34 : Exigences particulières pour les motocompresseurs (CEI 60335-2-34:2012)
- EN 60335-2-40: 2016, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-40 : Règles particulières pour les pompes à chaleur électriques, les climatiseurs et les déshumidificateurs
- EN 60335-2-40:2003, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-40 : Règles particulières pour les pompes à chaleur électriques, les climatiseurs et les déshumidificateurs
- EN 60335-2-89: 2012, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-89 : Règles particulières pour les appareils de réfrigération à usage commercial avec une unité de fluide frigorigène ou un compresseur incorporés ou à distance
- EN 60335-2-89:2010, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-89: Règles particulières pour les appareils de réfrigération à usage commercial avec une unité de condensation du fluide frigorigène ou un compresseur incorporés ou à distance (CEI 60335-2-89:2010)
- EN 61000-6-1:2007, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1 : Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère (CEI 61000-6-1:2005)
- EN 61000-6-2:2005, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2 : Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels (CEI 61000-6-2:2005)
- EN 61000-6-3:2007, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3 : Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère (CEI 61000-6-3:2006)
- EN 61000-6-4:2007, Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4 : Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels (CEI 61000-6-4:2006)
- EN 809, Pompes et groupes motopompes pour liquides – Prescriptions communes de sécurité
- EN ISO 12100:2010, Sécurité des machines – Principes généraux de conception – Appréciation du risque et réduction du risque (ISO 12100:2010)
- EN ISO 13849-1:2015, Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1 : Principes généraux de conception (ISO 13849-1:2015)
- EN ISO 14122-2, Sécurité des machines – Moyens d'accès permanents aux machines – Partie 2 : Plates-formes de travail et passerelles (ISO 14122-2)
- EN ISO 4126-1:2013, Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives – Partie 1 : Soupapes de sûreté (ISO 4126-1:2013)
- EN ISO 4126-2:2003, Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives – Partie 2 : Dispositifs de sûreté à disque de rupture (ISO 4126-2:2003)
-

- EN ISO 6708:1995, Composants de réseau de tuyauteries – Définition et sélection des DN (diamètre nominal) (ISO 6708:1995)
- EN1861:1998, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Schémas synoptiques pour systèmes, tuyauteries et instrumentation – Configuration et symboles
- Commission européenne (2016) 'RAPPORT DE LA COMMISSION concernant les obstacles posés par les codes, les normes et la législation à l'utilisation de technologies respectueuses du climat dans les secteurs de la réfrigération, de la climatisation, des pompes à chaleur et des mousses'. [en ligne]. Disponible à l'adresse: <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2016/EN/COM-2016-749-F1-EN-MAIN.PDF>
- Commission européenne (2017) Directive européenne Équipements sous pression. [en ligne]. Disponible à l'adresse : https://ec.europa.eu/growth/sectors/pressure-gas/pressure-equipment/directive_en
- CEI 60079-0:2011, Atmosphères explosives – Partie 0 : Matériel – Exigences générales
- CEI 60079-1:2014, Atmosphères explosives – Partie 1 : Protection du matériel par enveloppes antidéflagrantes « d »
- CEI 60079-10-1:2015, Atmosphères explosives – Partie 10-1 : Classification des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses
- CEI 60079-11:2011, Atmosphères explosives – Partie 11 : Protection de l'équipement par sécurité intrinsèque « i »
- CEI 60079-13:2010, Atmosphères explosives – Partie 13 : Protection du matériel par salle à surpression interne « p »
- CEI 60079-14:2013, Atmosphères explosives – Partie 14 : Conception, sélection et construction des installations électriques
- CEI 60079-15:2010, Atmosphères explosives – Partie 15 : Protection du matériel par mode de protection « n »
- CEI 60079-17:2013, Atmosphères explosives – Partie 17 : Inspection et entretien des installations électriques
- CEI 60079-18:2014, Atmosphères explosives – Partie 18 : Protection du matériel par encapsulage « m »
- CEI 60079-19:2010+AMD1:2015 Atmosphères explosives – Partie 19 : Réparation, révision et remise en état de l'appareil
- CEI 60079-2:2014, Atmosphères explosives – Partie 2 : Protection du matériel par enveloppe à surpression interne « p »
- CEI 60079-25:2010, Atmosphères explosives – Partie 25 : Systèmes électriques de sécurité intrinsèque
- CEI 60079-26:2014, Atmosphères explosives – Partie 26 : Matériel d'un niveau de protection du matériel (EPL) Ga
- CEI 60079-29-1:2016, Atmosphères explosives – Partie 29-1 : Détecteurs de gaz – Exigences d'aptitude à la fonction des détecteurs de gaz inflammables
- CEI 60079-29-2:2015, Atmosphères explosives – Partie 29-2 : Détecteurs de gaz – Sélection, installation, utilisation et maintenance des détecteurs de gaz inflammables et d'oxygène
- CEI 60079-29-3:2014, Atmosphères explosives – Partie 29-3 : Détecteurs de gaz – Recommandations relatives à la sécurité fonctionnelle des systèmes fixes de détection de gaz
-

- CEI 60079-29-4:2009, Atmosphères explosives – Partie 29-4 : Détecteurs de gaz – Exigences d'aptitudes à la fonction des détecteurs de gaz inflammables à chemin ouvert
- CEI 60079-32:2015, Atmosphères explosives – Partie 32 : Dangers électrostatiques
- CEI 60079-33:2012, Atmosphères explosives – Partie 33 : Protection du matériel par mode de protection spéciale « s »
- CEI 60079-5:2015, Atmosphères explosives – Partie 5 : Protection du matériel par remplissage pulvérulent « q »
- CEI 60079-6:2015, Atmosphères explosives – Partie 6 : Protection du matériel par immersion dans le liquide « o »
- CEI 60079-7:2015, Atmosphères explosives – Partie 7 : Protection du matériel par sécurité augmentée « e »
- CEI 60335-2-24: 2013, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-24 : Règles particulières pour les appareils de réfrigération, les appareils de glaces à la crème et les fabriques de glace
- CEI 60335-2-40: 2016, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-40 : règles particulières pour les pompes à chaleur électriques, les climatiseurs et les déshumidificateurs
- CEI 60335-2-89: 2012, Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-89 : Règles particulières pour les appareils de réfrigération à usage commercial avec une unité de condensation du fluide frigorigène ou un compresseur incorporés ou à distance
- CEI TS 60079-39:2015 Explosive atmospheres – Part 39: Intrinsically safe systems with electronically controlled spark duration limitation (Atmosphères explosives – Partie 39 : Systèmes de sécurité intrinsèque à limite de la durée d'étincelle contrôlée électroniquement)
- ISO 12100:2010 Sécurité des machines – Principes généraux de conception – Appréciation du risque et réduction du risque
- ISO 13043, Véhicules routiers – Systèmes fluides frigorigènes utilisés dans les systèmes d'air conditionné embarqués (MAC) – Exigences de sécurité
- ISO 13043:2011, Véhicules routiers – Systèmes fluides frigorigènes utilisés dans les systèmes d'air conditionné embarqués (MAC) – Exigences de sécurité
- ISO 14903, Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Qualification de l'étanchéité des composants et des joints
- CEI 60204-1, Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 1 : Règles générales
- ISO 4126-1, Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives – Partie 1 : Soupapes de sécurité
- ISO 4126-2, Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives – Partie 2 : Dispositifs de sûreté à disque de rupture
- ISO 5149-1, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement – Partie 1 : Définitions, classification et critères de choix
- ISO 5149-2: 2014, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement – Partie 2 : Conception, construction, essais, marquage et documentation
-

ISO 5149-3: 2014, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement – Partie 3 : Site d'installation

ISO 5149-4, Systèmes frigorifiques et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement – Partie 4 : Fonctionnement, maintenance, réparation et récupération

ISO 817, Fluides frigorigènes – Désignation et classification de sécurité

ISO 817:2014, Fluides frigorigènes – Désignation et classification de sécurité

DES INFORMATIONS DÉTAILLÉES SUR TOUTES LES NORMES ÉNUMÉRÉES SONT DISPONIBLES AUPRÈS :

du Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique (CENELEC) :

https://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:103:0:::FSP_LANG_ID:25

du Comité européen de normalisation (CEN) :

<https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=CENWEB:105::RESET>

de la Commission électrotechnique internationale (CEI) :

http://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:105:0:::FSP_LANG_ID:25

de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) :

<https://www.iso.org/search/x/>





Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sièges sociaux
Bonn et Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40
53113 Bonn, Allemagne
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5
65760 Eschborn, Allemagne
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15

E info@giz.de
I www.giz.de